



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 44 39 726 A 1

21 Aktenzeichen: P 44 39 726.7  
22 Anmeldetag: 9. 11. 94  
43 Offenlegungstag: 15. 5. 96

51 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
F 01 D 1/20  
F 01 D 15/00  
F 04 D 29/08  
F 04 D 29/32  
F 04 D 29/38  
F 04 D 29/70

DE 44 39 726 A 1

71 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

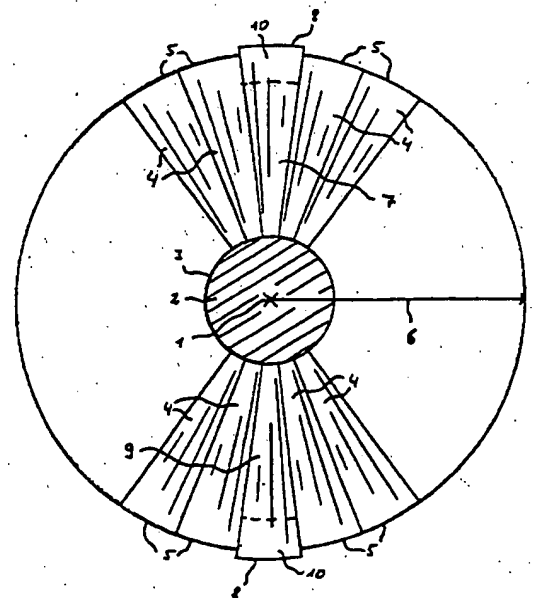
72 Erfinder:  
Göhl, Ekkehard, Ing.(grad.), 45468 Mülheim, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 34 01 742 C2  
DE-PS 4 89 002  
DE-OS 15 78 953  
DE-OS 14 28 171

54 Laufrad für eine Strömungsmaschine

57 Die Erfindung betrifft ein Laufrad für eine Strömungsmaschine, mit einer um eine Achse (1) drehbaren Nabe (2) mit einer bezüglich der Achse (1) radial außenliegenden und im wesentlichen kreissymmetrischen Umfangsfläche (3), aus der viele einander im wesentlichen gleichende und etwa radial ausgerichtete Schaufeln (4) herausragen und mit zugehörigen Spitzen (5), die der Umfangsfläche (3) abgewandt sind, einen Hauptdurchmesser (8) des Laufrades definieren. Erfindungsgemäß ist auf dem Laufrad zumindest eine zwischen den Schaufeln (4) angeordnete vergrößerte Schaufel (7) vorgesehen, die mit einer Spitze (8) über den Hauptdurchmesser (8) hinausragt und außerhalb des Laufrades abgelagerten Schmutz (12) entfernen kann, bevor dieser zu den anderen Schaufeln (4) gelangt. Auf dem Laufrad weiter vorgesehen sind Mittel (9) zum Ausgleich einer durch die vergrößerte Schaufel (7) hervorgerufenen Unwucht. Diese Mittel (9) sind bevorzugtermaßen zumindest eine weitere vergrößerte Schaufel (9). Die Erfindung betrifft auch die Verwendung einer vergrößerten Schaufel (7) zur Herstellung eines entsprechenden Laufrades.



DE 44 39 726 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 03. 98 802 020/49

8/32

BEST AVAILABLE COPY

Die Erfindung betrifft ein Laufrad für eine Strömungsmaschine, mit einer um eine Achse drehbare Nabe mit einer bezüglich der Achse radial außenliegenden und im wesentlichen kreissymmetrischen Umfangsfläche, aus der viele einander im wesentlichen gleichende und etwa radial ausgerichtete Schaufeln herausragen und mit zugehörigen Spitzen, die der Umfangsfläche abgewandt sind, einen Hauptdurchmesser des Laufrades definieren.

Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf ein derartiges Laufrad zum Einsatz in einer Strömungsmaschine, insbesondere einem Ventilator oder Lüfter, die der Förderung eines mit Schmutz beladenen Gases dient. Eine derartige Strömungsmaschine findet beispielsweise Anwendung in einer Verbrennungsanlage eines Kraftwerks oder dergleichen zur Förderung eines Rauchgases zu einem Kamin oder einer dem Kamin vorgeschalteten Anlage zur chemischen Behandlung, beispielsweise Entschwefelung, des Rauchgases.

Die in der Einleitung aufgeführte Merkmalskombination zur Charakterisierung des Laufrades entspricht insbesondere der Merkmalskombination, die ein Laufrad für eine Strömungsmaschine auszeichnet, in der ein Strömungsmittel im wesentlichen entlang der Achse gefördert wird.

Im Inneren einer Strömungsmaschine, in der ein mit Schmutz beladenes Fluid gefördert wird, ist stets damit zu rechnen, daß es zu Ablagerungen des Schmutzes kommt. Bei einer entsprechend hohen Beladung mit Schmutz kann es innerhalb eines kürzeren Zeitraums so weit kommen, daß Ablagerungen entstehen, die bis zu einem Laufrad heranreichen und von den Schaufeln auf dem Laufrad erfaßt werden. Dabei ergeben sich zunächst unmittelbar Reibungseffekte, die den Betrieb der Strömungsmaschine beeinträchtigen und insbesondere einen Mehraufwand an Energie zum Betrieb der Strömungsmaschine erfordern, und es kann darüber hinaus durch Abrieb und/oder Korrosion, wobei sowohl Abrieb als auch Korrosion durch den Schmutz verursacht oder zumindest begünstigt werden, zu Schäden an den Schaufeln kommen. Derartige Schäden sind üblicherweise nur mit hohem Aufwand zu beheben, da sie generell die zumindest teilweise Demontage der Strömungsmaschine erfordern, was außer dem dazu unmittelbar nötigen Aufwand unter Umständen die Stillsetzung der gesamten Anlage, in die die Strömungsmaschine eingebaut ist, erfordern kann.

In Ansehung dieser Problematik, für die es im Rahmen des Einsatzes bekannter Strömungsmaschinen derzeit keine befriedigende Lösung gibt, ist die Aufgabe der Erfindung die Angabe eines Laufrades, welches deutlich weniger als ein bekanntes Laufrad einer Beeinträchtigung durch Ablagerungen von Schmutz ausgesetzt ist. Es soll auch ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Laufrades angegeben werden.

Zur Lösung dieser Aufgabe angegeben wird ein Laufrad für eine Strömungsmaschine, mit einer um eine Achse drehbaren Nabe mit einer bezüglich der Achse radial außenliegenden und im wesentlichen kreissymmetrischen Umfangsfläche, aus der viele einander im wesentlichen gleichende und etwa radial ausgerichtete Schaufeln herausragen und mit zugehörigen Spitzen, die der Umfangsfläche abgewandt sind, einen Hauptdurchmesser des Laufrades definieren, welches gekennzeichnet ist durch zumindest eine zwischen den Schaufeln angeordnete vergrößerte Schaufel, die mit einer Spitze über

den Hauptdurchmesser hinausragt, sowie Mittel zum Ausgleich einer durch die vergrößerte Schaufel hervorgerufenen Unwucht des Laufrades.

Im Sinne der Erfindung ist das Laufrad ertüchtigt durch das Vorsehen einer gegenüber den anderen Schaufeln vergrößerten Schaufel, die eventuelle Ablagerungen in der Nähe des Hauptdurchmessers des Laufrades erfaßt und abträgt, bevor sie soweit anwachsen, daß sie die anderen Schaufeln beeinträchtigen können. Dies hat den unmittelbaren Vorteil, daß genau bekannt ist, welche Schaufel dem Schmutz ausgesetzt ist; gemäß Weiterbildungen der Erfindung ist diese vergrößerte Schaufel darüber hinaus so ertüchtigt, daß sie den mechanischen und chemischen Angriffen, die abgelagerter Schmutz bewirken kann, widersteht. Es versteht sich, daß zusätzlich zu der vergrößerten Schaufel Mittel vorgesehen werden müssen, die eine durch die vergrößerte Schaufel eventuell hervorgerufene Unwucht des Laufrades ausgleichen. Bei der in der Einleitung beispielsweise erwähnten Strömungsmaschine zur Förderung eines Rauchgases in einem Kraftwerk kommt üblicherweise ein Laufrad mit einem Hauptdurchmesser von etwa 2 Metern zum Einsatz, welches bei einer Drehzahl von etwa 1500 Umdrehungen pro Minute zu betreiben ist. Selbst kleinere Unregelmäßigkeiten bei der Massenverteilung in dem Laufrad können somit beim Betrieb zu erheblichen Reaktionskräften führen, was zur Vermeidung unnötiger Belastungen der Strömungsmaschine vermieden werden muß.

Als Mittel zum Ausgleich einer eventuellen Unwucht kommt vorzugsweise zumindest eine weitere vergrößerte Schaufel zum Einsatz, womit die vorteilhafte Wirkung der einen vergrößerten Schaufel vervielfacht wird. Mit weiterem Vorzug bilden alle vorgesehenen vergrößerten Schaufeln eine bezüglich der Achse rotations-symmetrische Anordnung, die unmittelbar frei von Unwuchten ist und damit Zusatzmaßnahmen zur Vermeidung einer Unwucht des gesamten Laufrades entbehrenlich machen kann. Besonders bevorzugt ist es, insgesamt zwei vergrößerte Schaufeln vorzusehen, wobei diese bezüglich der Achse einander diametral gegenüberliegen. Diese Maßnahme ist realisierbar an jedem Laufrad, an dem eine gerade Gesamtzahl von Schaufeln vorgesehen ist.

Jede vergrößerte Schaufel an dem Laufrad besteht vorzugsweise zumindest an ihrer Spitze aus einem festen und weiterhin vorzugsweise korrosionsbeständigen Werkstoff als die Spitzen der anderen Schaufeln, wobei als solcher Werkstoff insbesondere hochfester Stahl, Titan und Titanlegierungen in Frage kommen. Von untergeordneter Bedeutung ist es, ob eine vergrößerte Schaufel insgesamt aus einem wie erwähnt bevorzugten Werkstoff besteht oder nur an der Spitze mit einem solchen bevorzugten Werkstoff versehen ist; diese Frage ist in jedem Einzelfall nach fachmännischen Erwägungen zu entscheiden.

Außerdem bevorzugt ist es, die Spitze jeder vergrößerten Schaufel mit einer Panzerung und/oder einer Bewehrung zu versehen, wobei die Bewehrung beispielsweise in Form zumindest einer Schneide ausgeführt werden kann. Eine solche Bewehrung ist besonders geeignet, um in der Nähe des Laufrades abgelagertem Schmutz eine Gasse freizuhalten, durch welche die anderen Schaufeln beabstandet von dem Schmutz hindurchlaufen können.

Weiterhin bevorzugt ist die Spitze jeder vergrößerten Schaufel entlang der Achse breiter als die Spitzen aller anderen Schaufeln. Auf diese Weise kann die ver-

größte Schaufel ab gelagerten Schmutz nicht nur von den Spitzen der anderen Schaufeln fernhalten, sondern zusätzlich von den axial außenliegenden Kanten der anderen Schaufeln. Somit wird jedwede Beeinträchtigung der anderen Schaufeln sicher vermieden, was insbesondere auch bedeutet, daß die anderen Schaufeln aus billigeren Werkstoffen gefertigt werden können als die vergrößerten Schaufeln, da mit einer Beeinträchtigung durch ab gelagerten Schmutz nicht mehr zu rechnen ist.

Das erfindungsgemäße Laufrad jedweder Ausgestaltung kommt bevorzugtermaßen zum Einsatz in einer Strömungsmaschine für ein mit Schmutz beladenes Gas, insbesondere in einem Ventilator oder Lüfter, wobei es umgeben ist von einem feststehenden, etwa kreisringförmigen Gehäuseteil, an dem mit Ablagerungen des Schmutzes zu rechnen ist. Durch die im Sinne der Erfindung vorgesehene vergrößerte Schaufel kann sichergestellt werden, daß solcher abgelagerter Schmutz das Laufrad nicht beeinträchtigt.

Im Hinblick auf die Herstellung eines Laufrades löst die Erfindung die gestellte Aufgabe im Rahmen der Verwendung einer vergrößerten Schaufel zur Herstellung eines Laufrades für eine Strömungsmaschine, mit einer um eine Achse drehbaren Nabe mit einer bezüglich der Achse radial außenliegenden und im wesentlichen kreissymmetrischen Umfangsfläche, aus der viele einander im wesentlichen gleichende und etwa radial ausgerichtete Schaufeln herausragen und mit zugehörigen Spitzen, die der Umfangsfläche abgewandt sind, einen Hauptdurchmesser des Laufrades definieren, wobei die vergrößerte Schaufel zwischen den Schaufeln angeordnet wird und mit einer Spitze über den Hauptdurchmesser hinausragt, und wobei Mittel zum Ausgleich einer durch die vergrößerte Schaufel hervorgerufenen Unwucht installiert werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung gehen aus der Zeichnung hervor. Zur Herausstellung spezifischer Merkmale der Erfindung ist die Zeichnung teilweise schematisiert und/oder leicht verzerrt gehalten, und von keiner Figur wird behauptet, daß sie maßstäblich sei. Ergänzende Hinweise in ausreichendem Umfange zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Laufrades stehen dem einschlägig bewanderten Fachmann im Rahmen seines paraten Fachwissens zu Gebote.

Im einzelnen zeigen:

Fig. 1 eine Ansicht eines Laufrades entlang der Achse;

Fig. 2 einen Querschnitt durch ein Laufrad;

Fig. 3 eine in die Ebene abgewinkelte Ansicht des Außenumfanges eines Laufrades.

Fig. 1 zeigt eine senkrecht zu der (als Kreuz dargestellten) Achse 1 geschnittene Nabe 2 des Laufrades und einen Teil der Schaufeln 4, die auf der Nabe 2 befestigt sind und bezüglich der Achse 1 radial aus der Umfangsfläche 3 der Nabe 2 herausragen. Jede Schaufel 4 läuft abseits der Nabe 2 aus in einer Spitze 5, und die Gesamtheit aller Spitzen 5 definiert einen Hauptdurchmesser 6 des Laufrades. Um die Schaufeln 4 vor Beeinträchtigung und Beschädigung durch abgelagerten Schmutz zu bewahren, ist das Laufrad versehen mit einer vergrößerten Schaufel 7 sowie einer dieser bezüglich der Achse 1 gegenüberliegenden weiteren vergrößerten Schaufel 9. Jede vergrößerte Schaufel 7, 9 ragt mit ihrer zugehörigen Spitze 8 über den Hauptdurchmesser 6 hinaus. Wenn es also an Bauteilen, die außerhalb des Laufrades liegen, Ablagerungen gibt, die dem Laufrad entgegenwachsen, so werden diese Ablagerungen zuerst von den vergrößerten Schaufeln 7, 9 gestreift. Da diese an ihren

Spitzen 8 mit Panzerungen 10 aus besonders festem Werkstoff versehen sind, tragen sie die Ablagerungen ab, ohne beschädigt zu werden. Die anderen Schaufeln 4 bleiben somit unbeeinträchtigt.

Im Sinne der Erfindung ist eigentlich nur eine einzige vergrößerte Schaufel 7 erforderlich, allerdings ist die im vorliegenden Ausführungsbeispiel vorgesehene weitere vergrößerte Schaufel 9 ein bevorzugtes Mittel 9 zum Ausgleich einer Unwucht des Laufrades, die sich ohne entsprechende Vorkehrungen durch das Vorsehen der vergrößerten Schaufel 7 ergeben könnte. Die weitere vergrößerte Schaufel 9 unterstützt auch vorteilhaft die Wirkung der vergrößerten Schaufel 7.

Fig. 2 zeigt einen entlang der Achse 1 gelegten Längsschnitt durch eine Strömungsmaschine mit einem im Sinne der Erfindung ertüchtigten Laufrad. Wiederum dargestellt ist die Nabe 2, von deren Umfangsfläche 3 die Schaufel 4 radial nach außen gerichtet ist. Das Laufrad ist umgeben von einem etwa kreisringförmigen feststehenden Gehäuseteil 13, auf dem sich Schmutz 12 aus einem entsprechend beladenen Strömungsmittel, welches die Strömungsmaschine durchsetzt, ablagern kann. Mit der Zeit wächst die Ablagerung des Schmutzes 12 dem Laufrad entgegen und wird von der vergrößerten Schaufel 7, deren Umriß gestrichelt dargestellt ist, erfaßt und so weit abgetragen, daß stets eine Gasse verbleibt, durch die sich, wie dargestellt, die Schaufel 4 unbeeinträchtigt bewegen kann. Eine Beschädigung der Schaufel 4 durch den Schmutz 12 wird somit sicher vermieden.

Fig. 3 zeigt eine in die Ebene abgewinkelte Ansicht des Außenumfanges eines Laufrades. Ersichtlich sind die Spitzen 5 zweier Schaufeln 4, zwischen denen die Spitze 8 einer vergrößerten Schaufel 7 erkennbar ist. Diese Spitze 8 ist versehen mit Bewehrungen 11 in Form von Schneiden 11, die vorzugsweise aus einem speziellen Hartstoff oder einem auch für die in Fig. 1 erkennbare Panzerung 10 geeigneten hochfesten Werkstoff bestehen und Ablagerungen, wie in Fig. 2 dargestellt, abschälen können. Die vergrößerte Schaufel 7 ist im dargestellten Beispiel nicht nur länger als jede der Schaufeln 4, sondern zusätzlich, wie auch in Fig. 2 gezeigt, entlang der Achse 1 breiter als jede andere Schaufel 4. Derart schneidet die vergrößerte Schaufel 7 in den abgelagerten Schmutz 12 in der Tat eine Gasse, durch die sich jede andere Schaufel 4 ohne Kontakt mit dem Schmutz 12 bewegen kann.

Die Erfindung bietet eine einfache und kostengünstige Lösung zur Vermeidung von Beeinträchtigungen der Schaufeln eines Laufrades durch abgelagerten Schmutz. Die Erfindung ist auch hervorragend geeignet zum Austausch oder zur Nachrüstung eines bestehenden Laufrades.

#### Patentansprüche

1. Laufrad für eine Strömungsmaschine, mit einer um eine Achse (1) drehbaren Nabe (2) mit einer bezüglich der Achse (1) radial außenliegenden und im wesentlichen kreissymmetrischen Umfangsfläche (3), aus der viele einander im wesentlichen gleichende und etwa radial ausgerichtete Schaufeln (4) herausragen und mit zugehörigen Spitzen (5), die der Umfangsfläche (3) abgewandt sind, einen Hauptdurchmesser (6) des Laufrades definieren, gekennzeichnet durch zumindest eine zwischen den Schaufeln (4) angeordnete vergrößerte Schaufel (7), die mit einer Spitze (8) über den Haupt-

durchmesser (6) hinausragt, sowie Mittel (9) zum Ausgleich einer durch die vergrößerte Schaufel (7) hervorgerufenen Unwucht des Laufrades.

2. Laufrad nach Anspruch 1, bei dem als Mittel (9) zumindest eine weitere vergrößerte Schaufel (9) vorgesehen ist. 5

3. Laufrad nach Anspruch 2, bei dem die vergrößerte Schaufel (7) mit der zumindest einen weiteren vergrößerten Schaufel (9) eine bezüglich der Achse (1) rotationssymmetrische Anordnung bildet. 10

4. Laufrad nach Anspruch 3, bei dem eine weitere vergrößerte Schaufel (9) vorgesehen ist.

5. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem jede vergrößerte Schaufel (7, 9) zumindest an ihrer Spitze (8) aus einem festeren und vorzugsweise korrosionsbeständigeren Werkstoff als die Spitzen (5) der anderen Schaufeln (4) besteht. 15

6. Laufrad nach Anspruch 5, bei dem die Spitze (8) jeder vergrößerten Schaufel (7, 9) aus hochfestem Stahl, Titan oder einer Titanlegierung besteht. 20

7. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Spitze (8) jeder vergrößerten Schaufel (7, 9) eine Panzerung (10) und/oder eine Bewehrung (11) aufweist. 25

8. Laufrad nach Anspruch 7, bei dem an der Spitze (8) jeder vergrößerten Schaufel (7, 9) eine Bewehrung (11) in Form zumindest einer Schneide (11) vorgesehen ist.

9. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Spitze (8) jeder vergrößerten Schaufel (7, 9) entlang der Achse (1) breiter ist als die Spitzen (5) aller anderen Schaufeln (4). 30

10. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche in einer Strömungsmaschine, insbesondere einem Lüfter für ein mit Schmutz (12) beladenes Gas, insbesondere Rauchgas, wobei das Laufrad von einem feststehenden, etwa kreisringförmigen Gehäuseteil (13) umgeben ist. 35

11. Verwendung einer vergrößerten Schaufel (7) zur Herstellung eines Laufrades für eine Strömungsmaschine, wobei das Laufrad eine um eine Achse (1) drehbare Nabe (2) mit einer bezüglich der Achse (1) radial außenliegenden und im wesentlichen kreissymmetrischen Umfangsfläche (3) aufweist, aus der viele einander im wesentlichen gleichende und etwa radial ausgerichtete Schaufeln (4) herausragen und mit zugehörigen Spitzen (5), die der Umfangsfläche (3) abgewandt sind, einem Hauptdurchmesser (6) des Laufrades definieren, wobei die vergrößerte Schaufel (7) zwischen den Schaufeln (4) angeordnet wird und mit einer Spitze (8) über den Hauptdurchmesser (6) hinausragt sowie Mittel (9) zum Ausgleich einer durch die vergrößerte Schaufel (7) hervorgerufene Unwucht des Laufrades installiert werden. 50 55

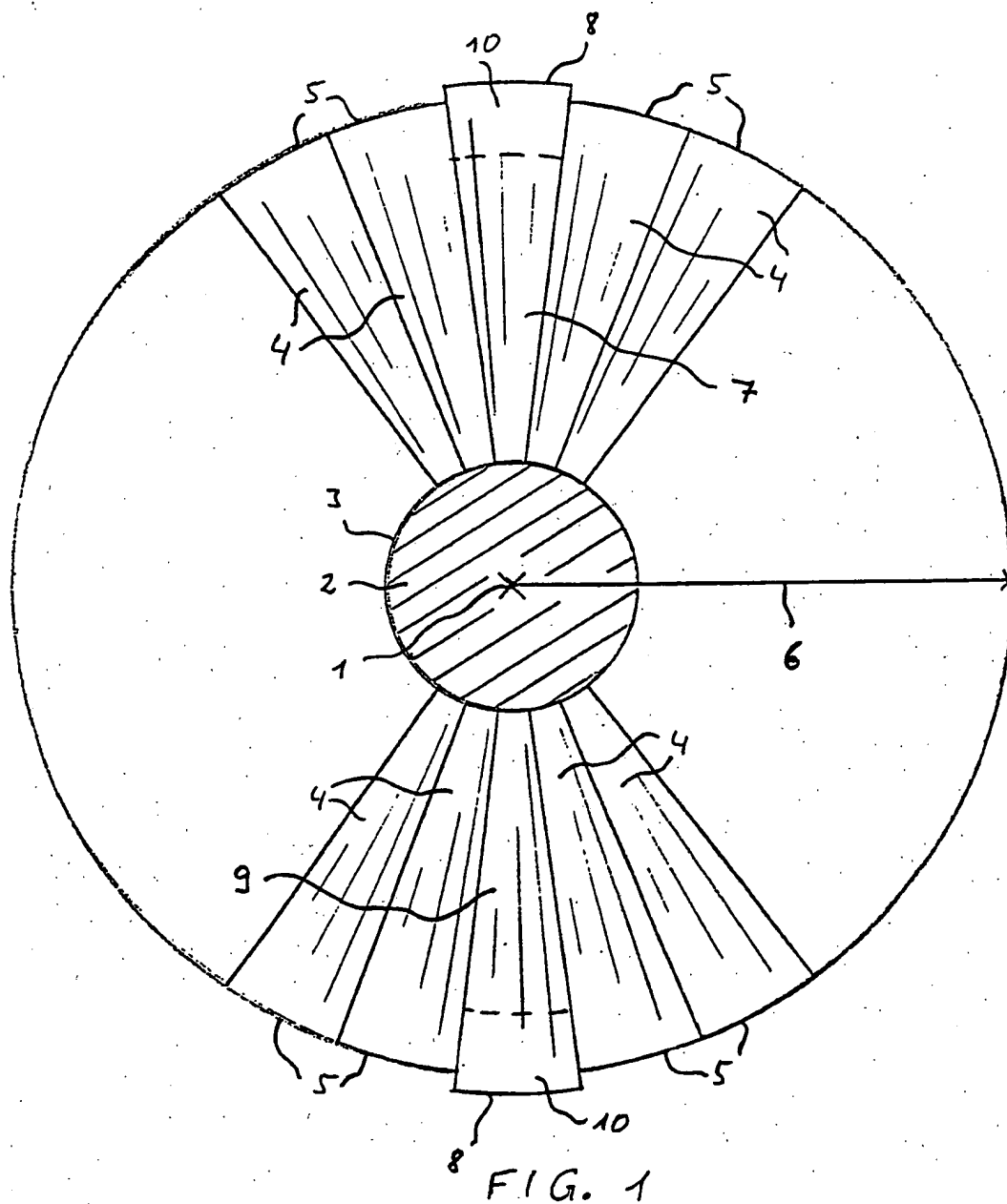
Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

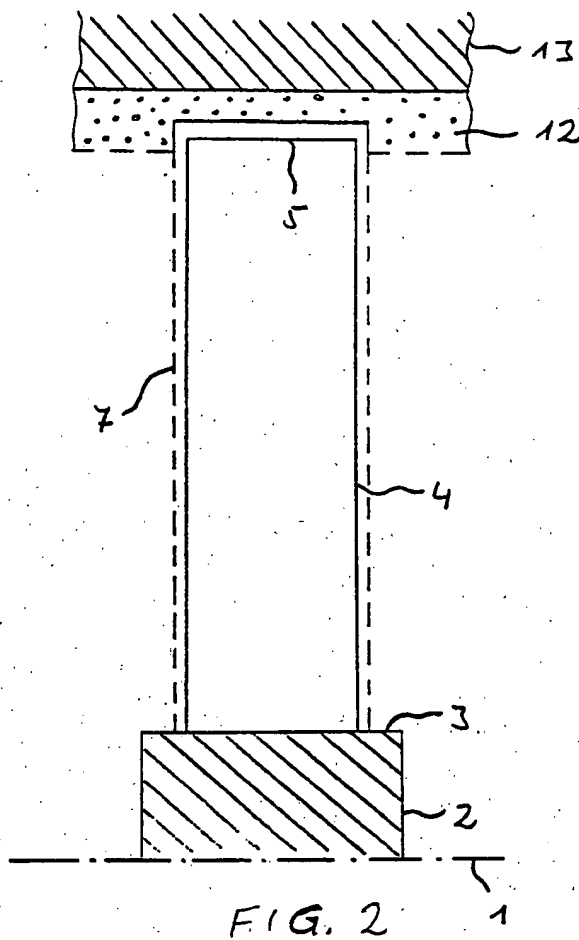
60

65

- Leerseite -

BEST AVAILABLE COPY





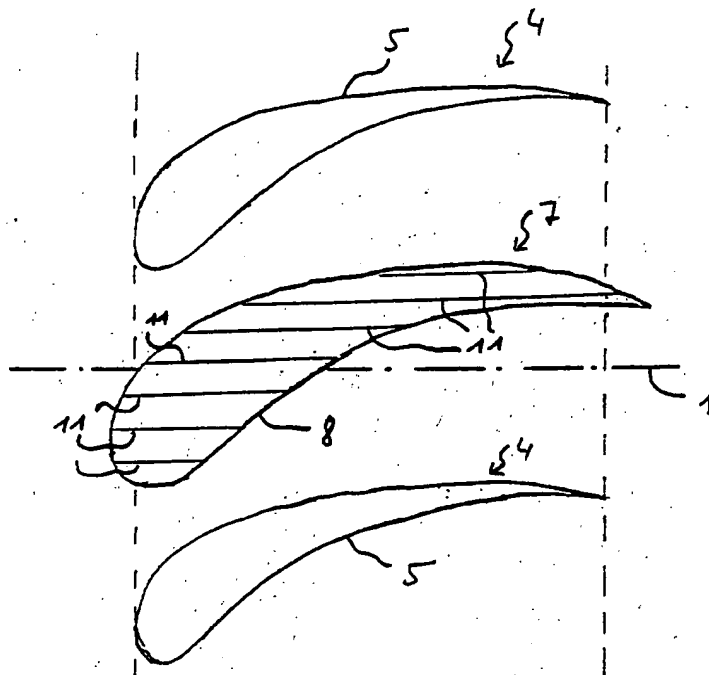


FIG. 3